赴日研習「轉基因作物對環境安全影響之評估」

簡宣裕[1] 石信德[2]
[1]行政院農業委員會農業化學組
[2]行政院農業委員會植物病理組

摘 要

由於國內分子生物學及基因操作工程技術的進步，於臺灣陸續有基因轉植成功的作物，例如木瓜、水稻、馬鈴薯、青花菜、苦瓜等作物的出現。但至目前為止在臺灣尚無合適與標準的對環境安全影響評估試驗專用之網室、隔離溫室與試驗田，以及這些轉基作物進行評估試驗時可以遵循之方法與規範。故極需至國外實地研習與觀摩，以做為我國規劃建立合理的網室、隔離溫室及試驗田和一套完整的轉基因作物對生態環境影響的安全性評估規範之參考。由於日本已有評估轉基作物影響生態環境安全性所需設立的試驗田、隔離溫室及網室以及進行實際評估應遵守的規範。故在本所公務預算經費支持下至日本農業環境技術研究所、農業生物資源研究所、食品研究所等單位，研習與收集有關轉基作物對生態環境影響之安全性評估的試驗設施、方法及規範。有關此次之研習心得與建議如下：

前 言

基因改良作物 (genetically modified plant ，簡稱 GM plant)，以目前一般的定義來講，所指的是經由基因工程 (genetic engineer) 操作及分子生物技術，將作物基因的序列加以修釋改造，涉及到外來物種 (如細菌、真菌、病毒、昆蟲、動物及植物) 的基因 (片段 DNA)，選殖于適當的載體 (vector) 如大腸桿菌的質體 (plasmid) 或病毒 (virus) 的 DNA 中，再經由轉殖作用 (transformation) 將載體送進目標作物的細胞內，讓外來的 DNA (foreign DNA) 有機會導入 (integration) 於作物染色體基因的 DNA 序列中，並能穩定表現 (expression) 新基因特性，以獲得新的作物品種。由於國內分子生物學及基因操作工程技術的進步，於臺灣陸續有基因轉植成功的作物，例如木瓜、水稻、馬鈴薯、青花菜、苦瓜等作物的出現。此些基因改良作物於研究試驗階段是在人為控制條件及環境下進行，試驗後之材料可以掌握並加以銷燬，故對環境生態並無影響的疑慮；但當推廣於田間種植時，這些基因改良作物 (目前大部份為禾本科作物) 與近緣性之雜草有可能發生雜交，使雜草具有快速繁殖、抗殺草劑及適應逆境能力超強，以至於變成難以控制的雜草，且存有嚴重

破壞原有自然界生態環境平衡的疑慮。但至目前為止在臺灣尚無合適與標準的對環境安全影響評估試驗專用之網室、隔離溫室與試驗田，以及這些轉基作物進行評估試驗時可以遵循之方法與規範。固國內之轉基因作物至目前為止停留在實驗室產物階段，為配合相關研究機構與本所研究之需要，雖草創試驗用網室提供轉基因作物進行較大量之繁殖用，但試驗場所之規格、設施及遵循運作的管理方式，尚無具體資料作為參考，而是依想像空間與期刊文章加以揣摩及摸索，故極需至國外實際實地研習觀摩，並收集相關資料，本研習計畫係透過田部井 豐博士之安排至日本實地研習日本評估轉基因作物對生態環境安全影響所設立之各階段設施，包括閉鎖式（close）與 半閉鎖式（semi-close）溫室、溫室及隔離試驗田，並瞭解與收集其運作模式之相關資料，以做為我國規劃建立完善之隔離溫、試驗田、網室以及轉基因作物對生態影響安全評估所需要遵循規範之參考。

研習內容

一、日本轉基因作物安全性評估策略：

於日本對於轉基因作物由研發至實際田間准許栽培生產，在各個階段皆訂定了清晰的評估流程與規範。轉基因的研究與開發是由文部科學省制定「重組基因實驗指針」和「重組基因的實驗條件與規範」，此規範，是針對在實驗室和閉鎖式（close）溫室中進行轉基因作物後代之篩選、轉基因的遺傳穩定性及原有基本性狀之調查，篩選獲得理想轉基因作物，然後轉送至半閉鎖式（semi-close）溫室進行根與葉部分泌物、生化反應及特殊化學物質…等分析並與非轉基因作物進行比較，以獲得所需要的相關數據。至於要進行田間栽培評估試驗，則須經過「農林水產省」的「植物小組委員會」、「轉基因體利用專門委員會」及「農林水產技術會議」的審查與決議後，才能進行於隔離試驗田的環境影響安全評估工作，並將於隔離田進評估試驗所得的結果與資料送至該審議小組，在經審議小組的審查通過，才可以進入一般試驗田栽種和商業化生產。轉基因作物所生產的食品，則需要通過厚生勞動省公佈的轉基因食品安全評估標準。而轉基因作物所生產的飼料則要通過農林水產省所頒佈的安全評估標準，才能販售。轉基因作物於隔離田執行安全性評估的重點為轉基因作物對其他生物之影響、變成雜草之可能性、與近緣種雜交之可能；轉基因作物所生產的產品若要做為食品或飼料用，則須進行與非轉基因作物產品之營養成分比較及導入蛋白質的安全性評估…等項目。

二、轉基因作物研究於日本之近況

日本本身從事基因轉殖作物研究的單位有行政法人機關、公立研究機關及

民間機關，主要的研究作物為水稻，轉殖的基因是為了使水稻具有抗蟲、抗除草劑、倒伏及增加產量與米質，依次為玉米、大豆、油菜等作物抗除草劑基因的轉殖，以及轉殖基因瓜類、萵苣、矮牽牛、菸草等；目前進行中的轉基因作物以增進保健功能之研究，為預防貧血與高血壓、降低膽固醇、抗花粉過敏及增加糖尿病病人抗體或蛋白質的水稻新品種的育成。而這些研究工作，大多還停留在隔離試驗田進行研究評估的階段。

日本政府努力進行消除國內消費者對基因轉殖作物與食品的疑慮，雖不斷透過邀請老師、高中生、社會人士參觀基因轉殖隔離田之安全評估，不過還沒有辦法讓國民對轉基因作物與食品的疑慮消除，故尚未得到消費者的完全信任。

目前的之轉基因件物已完成隔離田環境安全評估的有 166 個品種，其中 98 個品種是由國外引進，而進一步完成一般開放田環境安全評估只有 61 個品種，其中通過食品安全評估的有 39 個品種，其中通過飼料安全評估的有 35 個品種。目前真正經該省核准通過可作為商業化栽培生產、食用或飼料用的轉基因作物有 29 種計有抗除草劑大豆 1 種，抗除草劑玉米 3 種，抗蟲（鱗翅目）玉米 3 種，抗除草劑兼抗蟲（鱗翅目）玉米 1 種，抗蟲（半翅目）馬鈴薯 2 種，抗除草劑油菜 13 種，抗除草劑棉花 2 種，抗蟲（鱗翅目）棉花 1 種，抗除草劑兼抗蟲（鱗翅目）棉花 1 種，晚熟耐貯藏蕃茄 1 種及除草劑甜菜 1 種等。而日本己商業化的轉基因改變花色及延長貨架壽命的康乃馨新品種計有 29 種。

三、日本基因轉殖作物隔離田試驗的設置

日本隔離田的設置共 19 個，以北海道最大，於筑波科學園區內之農業環境技術研究所的隔離田最早（1990）設立，所有的隔離田皆依此做為範例，進行設計與規劃。此隔離試驗田的面積約為 1 公頃，用高大的樹林做為屏障，以兩公尺高之鐵網圍住四週防止外人之進入，農路舖以小碎石，防止進出人員將土壤帶出隔離場。近大門口處設有放置轉基因作物試驗田專用之農機與資材倉庫一棟，農業機械使用後須用水沖洗乾淨，廢水流入廢水處理槽(圖二)；隔離試驗田建有簡易工作室一棟，供一般作物之性狀調查及採集物品密封後攜帶至精密實驗室進行分析。處理廢水之澱槽及貯留槽，均有濾網過濾花粉、殘株，讓花粉、殘株腐爛並經一個月觀察沒問題後再排放。隔離試驗田區內有旱田種植區 4 處，每處約 3 公畝，以農路及設施為區隔，開花期四周可搭簡易網隔離，用管線引水灌溉，作物收穫後常種植綠肥以增加地力，另設置簡易溫室一棟，供需作物需要育苗時用，作物栽培後之殘株以埋入土壤腐爛為主，另建有小型焚化爐一座負責燒燬小量或須焚燬之轉基因件物殘株；又試驗田內有兩處

5 公畝之水田種植區，水稻種植於水泥槽中，灌溉水貯於水泥槽旁之貯水槽中循環利用不排放，於水稻開花收穫期架設隔離網，防鳥及昆蟲之侵害(圖三)。

四、日本對轉基因作物的生態環境影響安全性評估主要項目：

被評估作物的自然界分佈、栽培歷史、方式、生育特性、繁殖特性、變為雜草之可能性、是否會產生有毒物質。轉基因所用載體的由來、功能、特性及核酸序列。基因導入作物所使用的方法、導入作物後表現之穩定性。轉基因與非轉基因作物的花粉稔性、雜交性及花粉飛散程度(圖四及圖五)，種子重、種子發芽率及種子休眠性，與近緣種的雜交性及植物體成分分析(圖六)，土壤微生物相調查、鳥和昆蟲相調查、以及蟲害之調查。

討論及建議事項

一、日本於發展基因轉殖作物研究開始 （1990 年代），就已規劃設置了密閉溫室六間及半密閉式溫室二間及分析實驗室二百坪的建造(圖七至圖十)，共花費 9 億 8 千萬元日幣，且目前各地設置標準的隔離試驗田有 19 處，可見日本政府對轉基因作物安全性的評估工作非常重視。我國政府應考量國內之需要設置相關設施及隔離田，更進一步強化有關此方面硬體與軟體的建設經費以及相關人材培訓之支出，未雨稠繆為增加糧食生產並保護消費者之健康而準備。

二、我國目前之相關之法令及設備並未完備，宜加緊腳步建設硬體設施及積極立法，並制定一個管理轉基因作物及食品安全性評估之超部會且超然的權威機構，以確實掌握轉基因作物與食品之安全性，以增進人民的福祉及提升我國生物技術之國際地位。

圖一、農業環境技術研究所的隔離田入口警示牌

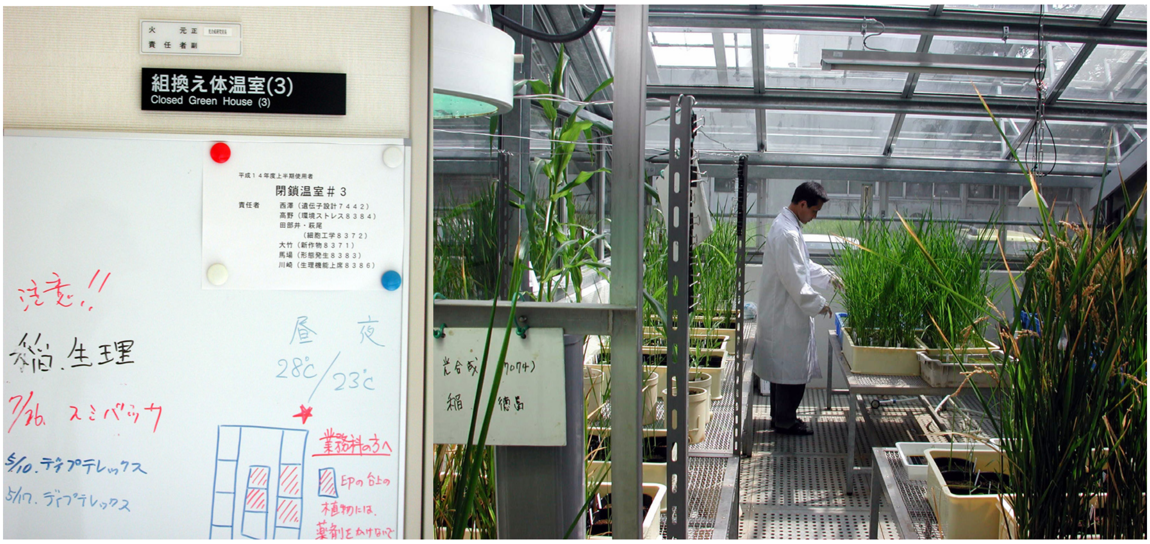
圖二、農業環境技術研究所的隔離田排放水處理沈澱池

圖三、農業環境技術研究所隔離田之轉殖水稻

圖四、農業環境技術研究所隔離田之轉殖玉米

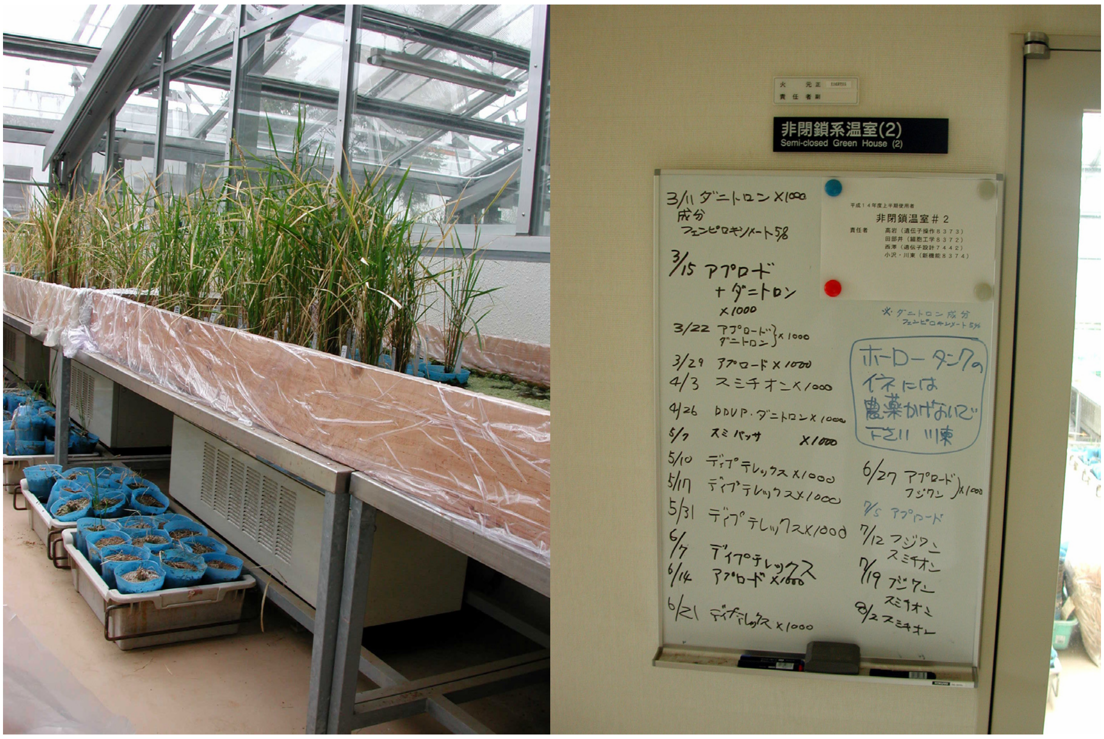
圖五、農業環境技術研究所的隔離田設置花粉捕捉器(左)及氣象觀測裝置(右)

圖六、農業環境技術研究所的隔離田之轉殖作物試驗



圖七、農業環境技術研究所的密閉溫室

圖八、農業環境技術研究所密閉溫室試驗中之轉殖作物



圖九、農業環境技術研究所的半密閉溫室

圖十、農業環境技術研究所的人工氣候室